

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3522525 A1

⑤ Int. Cl. 4:  
H02K 19/06  
H 02 K 21/06

⑳ Aktenzeichen: P 35 22 525.4  
㉑ Anmeldetag: 24. 6. 85  
㉒ Offenlegungstag: 2. 1. 87

Veröffentlichung

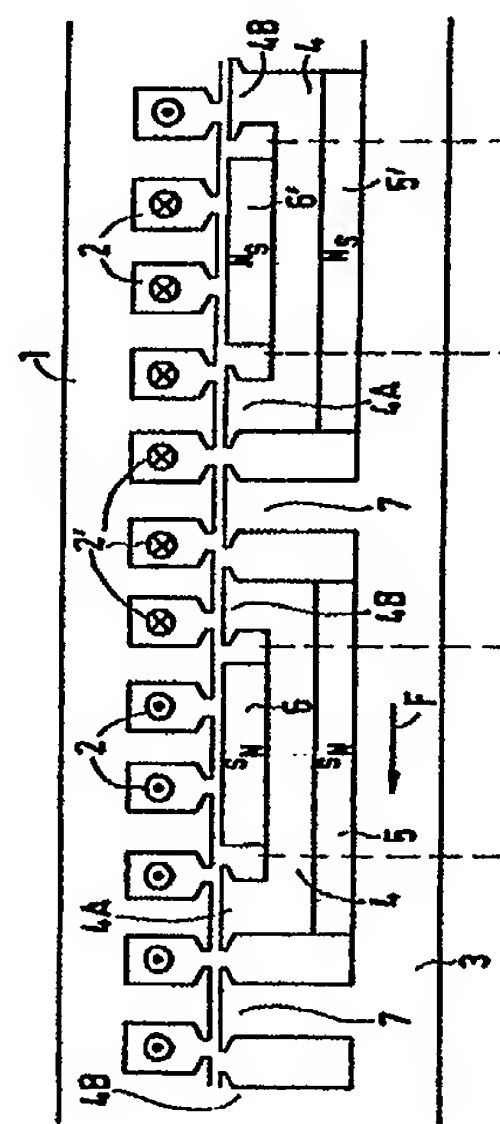
DE 3522525 A1

㉓ Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉔ Erfinder:  
Thum, Egon, Dr., 8500 Nürnberg, DE

⑤4 Ankerrückwirkungskompensierter Reluktanzmotor

Bei polradlageabhängig gesteuerter Ständerwicklung des Reluktanzmotors ist zwischen dessen innerstem geblechten Jochteil (3) mit ausgeprägten Teilpolen (7) und zwischen denselben angeordneten weiteren Jochteilen (4) jeweils ein radial gepolter ankerrückwirkungskompensierender Permanentmagnet (5, 5') und zwischen Teilpolen (4A, 4B) der äußeren Jochteile (4) im Pollückenbereich jeweils ein gleichgepolter drehmomenterzeugender Permanentmagnet (6, 6') zum Luftspalt angrenzend angeordnet.



DE 3522525 A1

1. Ankerrückwirkungskompensierter Reluktanzmotor mit gleichmäßig genutetem bewickeltem Ständerblechpaket sowie einem geblechten Läufer, bestehend aus einem zusammenhängenden inneren Jochteil sowie zwischen den Polen in den jeweiligen Pollückenbereichen angeordneten weiteren Jochteilen, die jeweils zwischen gleichsinnig radial gepolten Permanentmagneten liegen, von denen der jeweils äußere an den Luftspalt zwischen Ständer und Läufer grenzt, dadurch gekennzeichnet, daß für einen polradlageabhängig stromrichter- gespeisten Reluktanzmotor der jeweils äußere Permanentmagnet (6, 6', 13, 13') eine stärkere Flußdichte als die im wesentlichen kompensierenden inneren Permanentmagnete (5, 5'; 11, 11'; 12, 12') aufweist und mit der ständerseitigen-Erregerdurchflutung (2) im Pollückenbereich ein Drehmoment erzeugt, das das Drehmoment im Polbereich unabhängig von der Drehmomentrichtung unterstützt.
2. Reluktanzmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Jochteile (4, 10) beidseitige ausgeprägte Teilpole (4A, 4B; 10A, 10B) von einer der Höhe der zugeordneten Permanentmagnete (6, 6'; 13, 13') entsprechenden Höhe aufweisen.
3. Reluktanzmotor nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Polen mit einer ungeraden Anzahl von Teilpolen der innere Jochteil (3, 8) ausgeprägte, angeformte Teiljoch (7, 14) als mittlere Teilpole aufweist.
4. Reluktanzmotor nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Polen mit einer geraden Anzahl von Teilpolen der innere Jochteil teilpollos ausgebildet ist.
5. Reluktanzmotor nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Teilpolen und im Bereich der Pollücken sich axial erstreckende Leiter als Teile eines Dämpferkäfigs untergebracht sind.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen ankerrückwirkungskompensierten Reluktanzmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein solcher Reluktanzmotor ist aus der DE-AS 12 03 378, Fig. 8 bekannt, dessen Ständerwicklung netzgespeist ist und der zum asynchronen Selbstanlauf einen genuteten Läufer mit Käfigwicklung aufweist. Der geblechte Läufer hat einen ersten, die Welle umgebenden zusammenhängenden Jochteil mit ausgeprägten Polen sowie zwischen den Polen angeordnete geblechte zweite Jochteile, die vom ersten Jochteil durch erste Permanentmagnete getrennt und gegen den Luftspalt zum Ständer von zweiten Permanentmagneten begrenzt sind, wobei die jeweils zwischen zwei benachbarten Polen angeordneten ersten und zweiten Permanentmagneten gleichsinnig radial magnetisiert sind, derart, daß sie gemeinsam mit Permanentmagneten in den ausgeprägten Polen die feldverzerrende Ankerrückwirkung in den Polbereichen und den Querfluß in jeder Pollücke weitgehend aufheben.

Bei Reluktanzmotoren erregt die Ständerdurchflutung in der Pollücke das Feld über die Pole und die Ständerdurchflutung unter den Polen erzeugt in dem besagten Feld das motorische Drehmoment. Um eine

ausreichende erregende Ständerdurchflutung unterbringen zu können, sind entsprechend breite Pollücken erforderlich. Um eine brauchbare Drehmomentausnutzung des Reluktanzmotors zu erhalten, soll die Ständerdurchflutung unter den Polen etwa so groß sein wie die Ständerdurchflutung in den Pollücken, wobei sich relativ starke Feldverzerrungen mit erheblichen Flußminderungen ohne eine Ankerrückwirkungskompensation ergeben würden.

Beim bekannten kompensierten Reluktanzmotor ist zwar die Ankerrückwirkung unterdrückt, es besteht aber noch der durch die relativ breiten Pollücken bedingte Nachteil einer verhältnismäßig geringen Ausnutzung des Motors.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen besser ausgenutzten, kleiner bauenden, in seinen einzelnen Wicklungssträngen polradlageabhängig stromrichter- gespeisten Reluktanzmotor zu schaffen, der ebenfalls durch Permanentmagnete ankerrückwirkungskompensiert ist und bei dem der durch die relativ breiten Pollückenbereiche bedingte Nachteil der Ausnutzungsmin- derung vermieden wird.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1.

Dabei ist für die erfindungsgemäße Wirkung eine Kurzschlußwicklung im Läufer nicht erforderlich und es sind die zwischen den ersten und zweiten Jochteilen angeordneten und die dem Luftspalt benachbarten Permanentmagnete in den Pollücken so bemessen, daß im Bereich der Pole das Luftspaltfeld bei gegebenem Ständerstrom etwa konstant bleibt und in den Pollücken entgegen der magnetisierenden Wirkung des Ständerstrombelages ein Luftspaltfeld annähernd gleicher Stärke entsteht. Damit wird in der Pollücke mit dem dort vorhandenen Ständerstrombelag ein zusätzlicher Dreh- schub in gleicher Richtung wie im Polbereich erzeugt.

Die Änderung der Drehmomentrichtung erfolgt durch Umkehr der Stromrichtung in den Wicklungs- strängen über den Pollückenbereichen, d.h. über den zweiten Permanentmagneten, bei dort gleichbleibender Feldrichtung. Damit kehrt sich die Feldrichtung unter den Polen um und bei dort gleichbleibender Stromrich- tung auch die Drehmomentrichtung. Damit ist die Kom- pensation der Ankerrückwirkung in beiden Drehmo- mentrichtungen wirksam und in beiden Drehmoment- richtungen die volle Ausnutzung erreicht.

Weitere Einzelheiten sind anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teil des geradlinig dargestellten Umfangs eines Reluktanzmotors für eine bestimmte Ständer- durchflutung in sechs Nuten je Polteilung, die je einem von sechs Wicklungssträngen zugehören

Fig. 2 den zugehörigen Verlauf des Ständerstrombe- lages  $A$  und der Luftspaltinduktion  $B_L$

Fig. 3 den Verlauf des magnetischen Potentials  $P_1$  an der Ständeroberfläche sowie des magnetischen Potenti- als  $P_2$  des Läufers für die eine Drehmoment- und Um- fangskrafttrichtung  $F$ .

Die entsprechenden Verhältnisse für die andere Drehmoment- und Umfangskrafttrichtung  $F'$  ist in den Fig. 4 bis 6 dargestellt.

Fig. 7 und 8 Motoren mit Läufern mit mehr als drei Teilpolen.

Der geblechte Ständer 1 ist gleichmäßig genutet und bewickelt. Die Wicklungsstränge 2 in den Pollückenbe- reichen erzeugen mit ihrer Ständerdurchflutung über die geblechten Jochteile 3 und 4 einen Fluß. Zur Kom-



pensation der Ankerrückwirkung sind radial gepolte Permanentmagnete 5 bzw. 5' abwechselnd unterschiedlicher Polrichtung zwischen beiden Jochteilen 3 und 4 in den Pollückenbereichen vorgesehen. Das zusammenhängende geblechte erste Jochteil 3 hat so viele ausgeprägte Teilpole 7 wie die von der Ständerwicklung bestimmte Polzahl. Zwischen den Teilpolen 7 des Jochteils 3 sind jeweils die zweiten Jochteile 4 mit endseitigen ausgeprägten Teilpolen 4A, 4B angeordnet und von diesen durch einen Luftspalt getrennt. Zwischen den Jochteilen 4 und dem Luftspalt zum Ständer sind zusätzliche Permanentmagnete 6, 6' angeordnet, die jeweils die gleiche Polrichtung wie die kompensierenden Permanentmagnete 5, 5' aufweisen und so bemessen sind, daß sie zusammen mit der Ständerdurchflutung der Wicklungsteile 2 ein zusätzliches Drehmoment ergeben.

Entsprechend der in Fig. 1 angedeuteten Ständerdurchflutung der Wicklungsstränge 2 und 2' ergibt sich gemäß Fig. 2 ein Ständerstrombelag  $A$ , sowie eine Luftspaltinduktion  $B_L$ .

Der Ständerstrombelag  $A$  bedingt ein in Fig. 3 gezeigtes magnetisches Potential  $P_1$  an der Ständeroberfläche. Das ebenfalls in Fig. 3 gezeigte magnetische Potential  $P_2$  des Läufers ist durch das magnetische Potential des Jochteils 3 mit den Teilpolen 7 festgelegt und geht aus Symmetriegründen in der Mitte der Pole durch Null. Das magnetische Potential der Teilpole 4A, 4B der Jochteile 4 ist durch die kompensierenden Permanentmagnete 5, 5' um einen dem Ständerstrombelag  $A$  entsprechenden Betrag verschoben, so daß sich unter Vernachlässigung der Abstufung vom mittleren Teilpol 7 zu den beidseitig benachbarten Teilpolen 4A, 4B der magnetische Potentialverlauf  $P_2$  gemäß Fig. 3 ergibt, der außerhalb der Pollückenbereiche parallel zu  $P_1$  verläuft. Im Bereich konstanten Abstandes der beiden magnetischen Potentiale  $P_1$  und  $P_2$  ergibt sich im Bereich der Teilpole 7, 4A und 4B eine konstante Luftspaltinduktion  $B_L$  gemäß Fig. 2.

Die drehmomenterzeugenden Permanentmagnete 6, 6' vergrößern die magnetisierende Kraft zwischen den Jochteilen 4 und dem Ständer 1 so, daß die in Fig. 3 gezeigte Verschiebung des magnetischen Potentials  $P_2$  eintritt wobei die Potentialdifferenz  $P_2 - P_1$  den um die Dicke der Permanentmagneten 6, 6' vergrößerten Luftspalt magnetisieren muß. Dabei ist bei Magnetmaterial hoher Energiedichte, z. B. Samarium-Kobalt,  $U_r U_o$ .

Für die andere Drehmomentrichtung gilt entsprechendes gemäß den Fig. 4 bis 6.

Statt der in den Fig. 1 und 4 gezeigten Unterteilung der einzelnen Pole in jeweils drei Teilpole können mit einem zusammenhängenden inneren Jochteil 7 ohne Teilpole auch Pole aus zwei Teilpolen nur der Jochteile 4 gebildet werden.

Allgemein gilt, daß Pole mit einer geraden Anzahl von Teilpolen einen pollosen inneren Jochteil bedingen und eine der halben Anzahl der Teilpole entsprechende Anzahl weiterer Jochteile mit beidseitigen Polvorsprüngen erfordern, wobei zwischen den ersten, zweiten usw. Jochteilen im wesentlichen ankerrückwirkungskompensierende Permanentmagnete und zwischen den Polvorsprüngen der äußersten Jochteile drehmomentbildende Permanentmagnete angeordnet sind.

Ein solches Ausführungsbeispiel für vier Teilpole ist in Fig. 7 gezeigt, bei dem der Ständer 1 mitsamt seinen Wicklungssträngen 2, 2' dem Ständer in den Fig. 1 und 4 weitgehend entspricht, mit der Ausnahme, daß hier acht Wicklungsstränge vorhanden sind. Die Zahl der Wicklungsstränge hat jedoch für die erfindungsgemäße

Funktion keine wesentliche Bedeutung.

Der Läufer besteht aus einem zusammenhängenden inneren Jochteil 8 ohne Teilpole sowie getrennten zweiten und dritten Jochteilen 9, 10 mit beidseitigen Polvorsprüngen, die die Teilpole 9A, 9B bzw. 10A, 10B bilden. Die Permanentmagnete sind mit 11, 12 und 13 (11', 12', 13') bezeichnet. Die Permanentmagnete 11 und 12 (11', 12') sind so bemessen, daß unter Berücksichtigung des von ihnen zu führenden Flußes aus der Pollücke zwischen den zusammengehörigen Teilpolen eines Poles jeweils eine dem Ständerstrombelag entsprechende magnetische Spannung herrscht. Der jeweils äußerste Permanentmagnet 13 (13') ist so bemessen, daß in seinem Bereich ein ausreichend kräftiger Luftspaltfluß entsteht, der einen erheblichen Beitrag zum Drehmoment des Motors leistet.

Entsprechendes gilt für Pole mit ungerader Anzahl von Teilpolen bei Verwendung von zusammenhängenden inneren Jochteilen mit Polvorsprüngen als mittlere Teilpole.

Ein Ausführungsbeispiel für fünf Teilpole je Polbereich mit ebenfalls drei Jochteilen 8, 9 und 10 sowie Permanentmagneten 11, 12 und 13 (11', 12' und 13') ist in Fig. 8 gezeigt.

Zur Verringerung von Pulsationsverlusten im Läufer und der Kommutierungsinduktivität der Ständerspulen können zwischen den Teilpolen und im Bereich der Pollücke leitende Teile eines Dämpferkäfigs untergebracht sein.

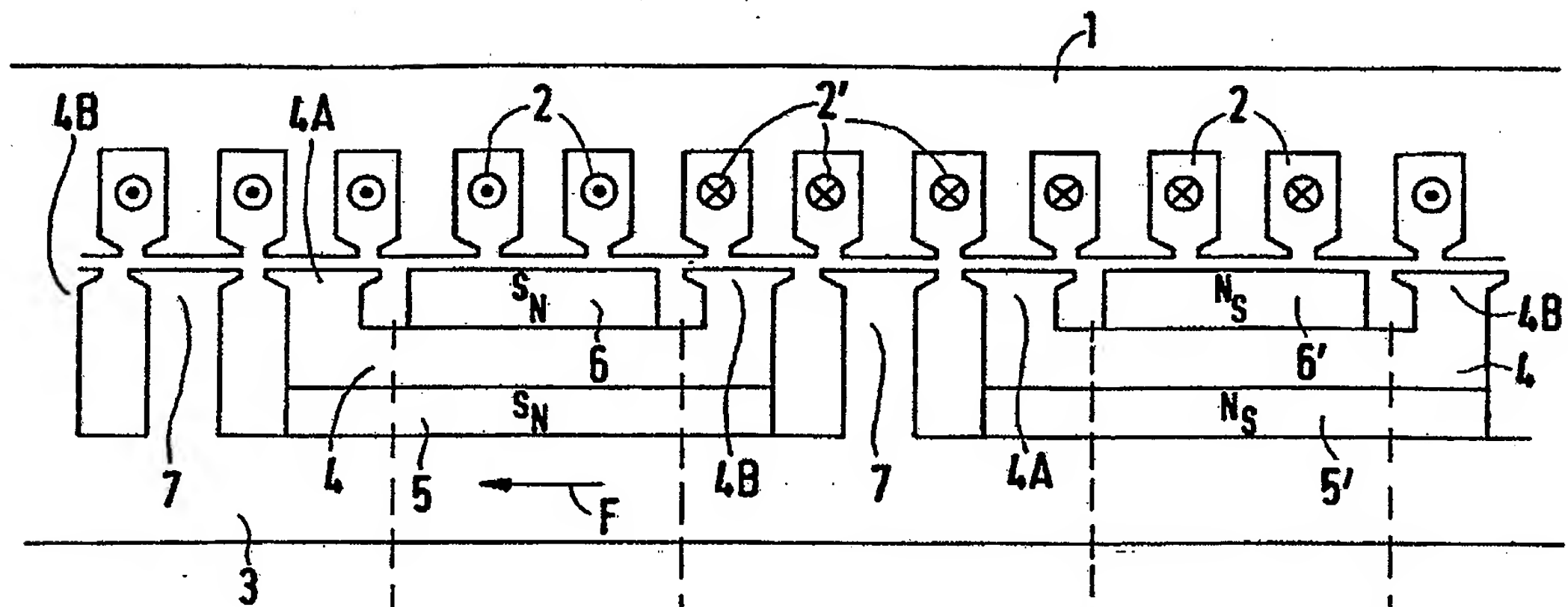


FIG 1

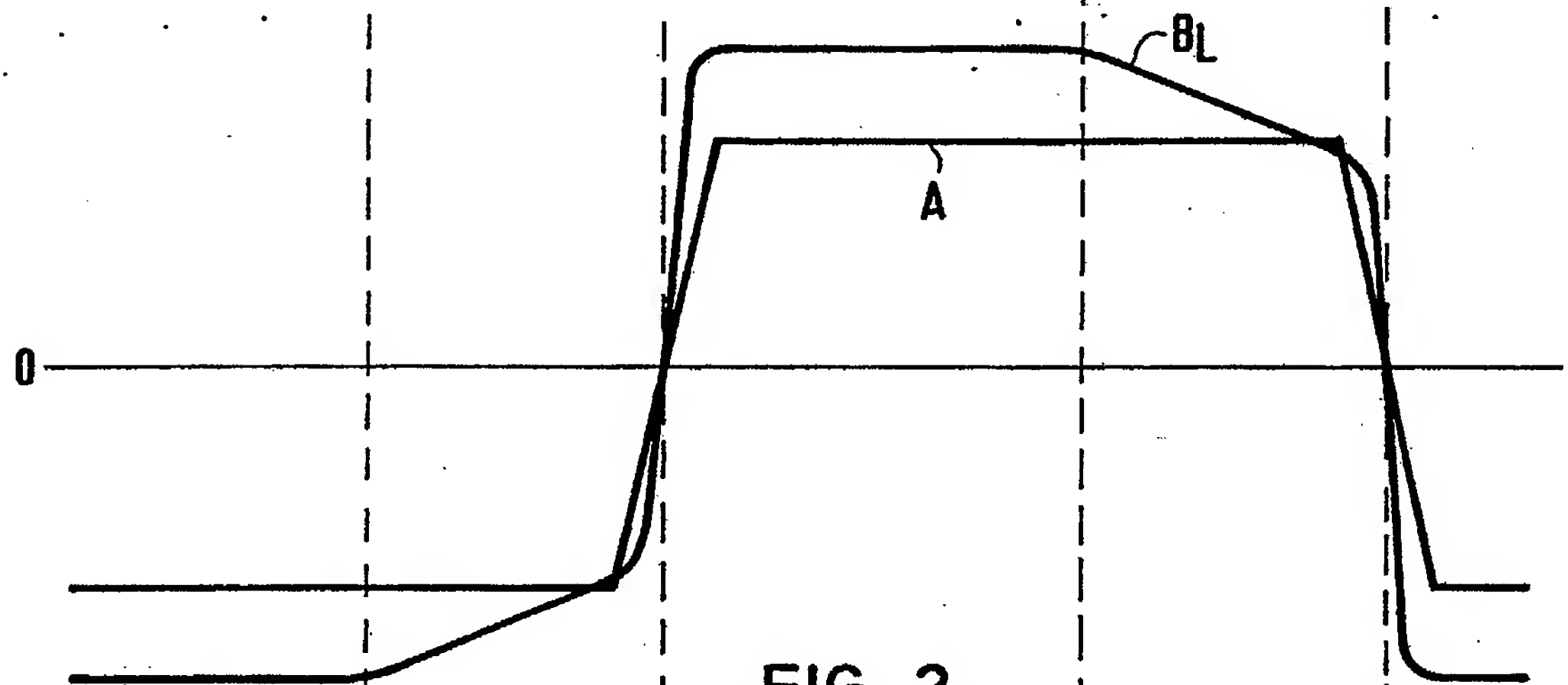


FIG 2

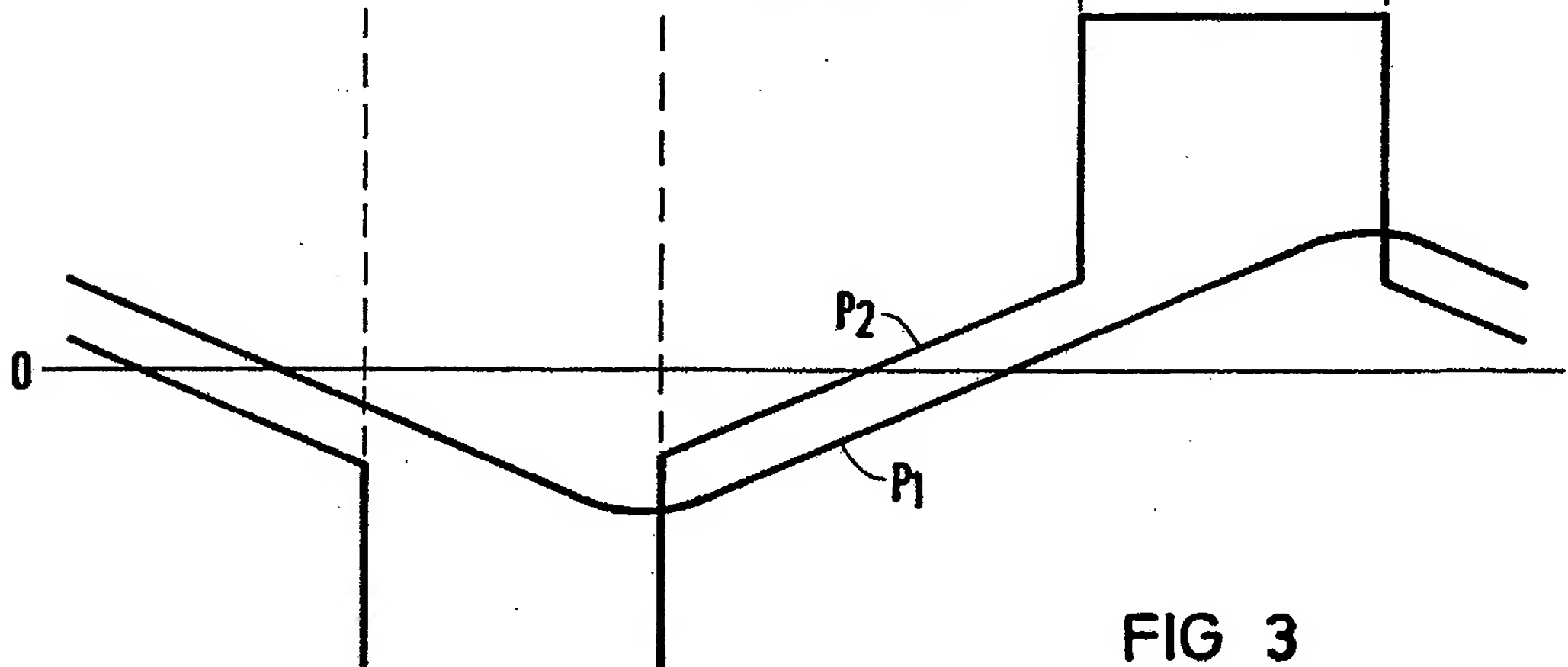


FIG 3

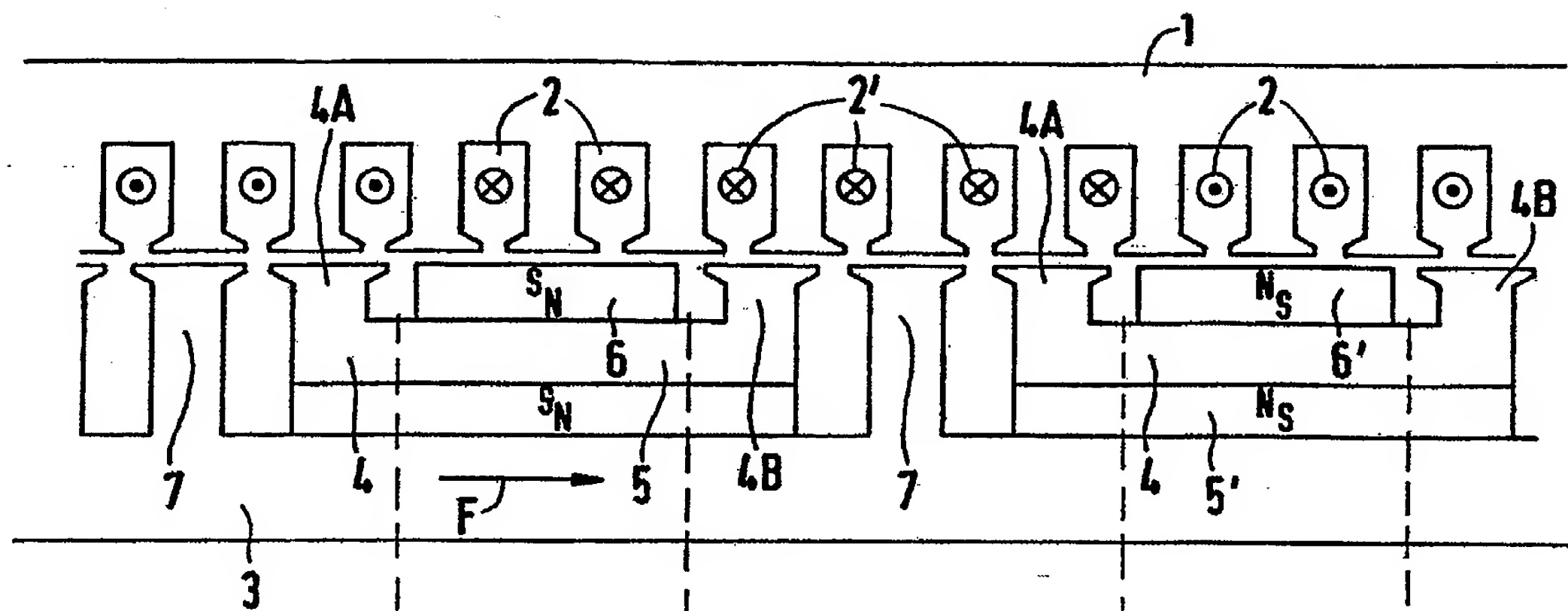


FIG 4

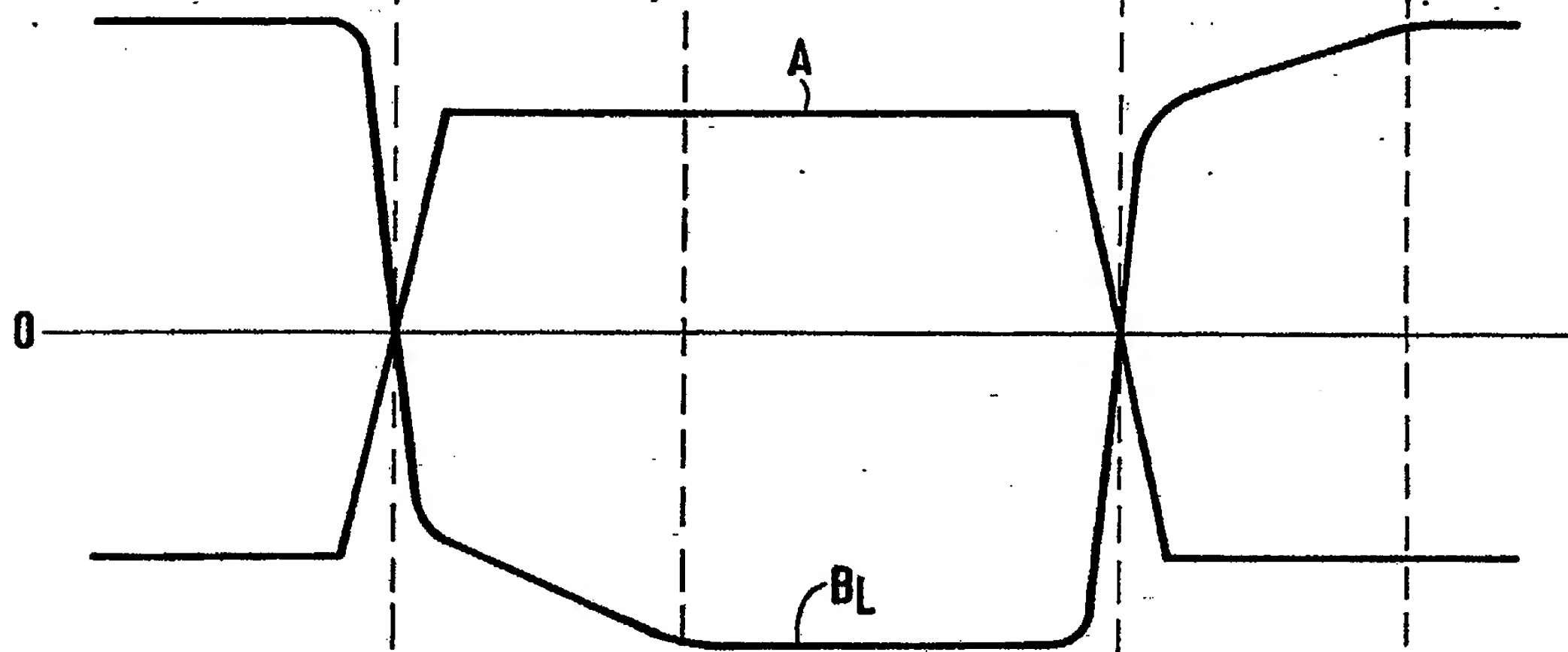


FIG 5

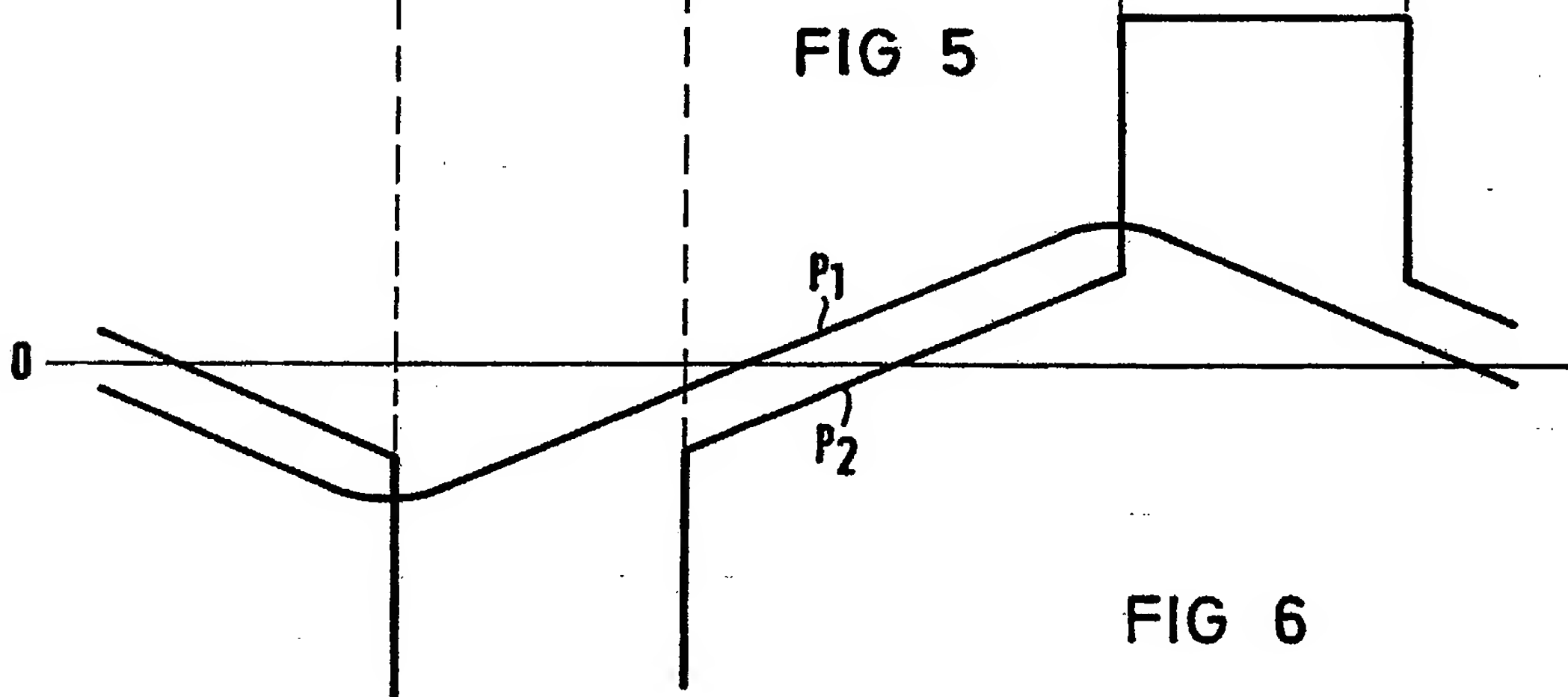


FIG 6

ORIGINAL INSPECTED



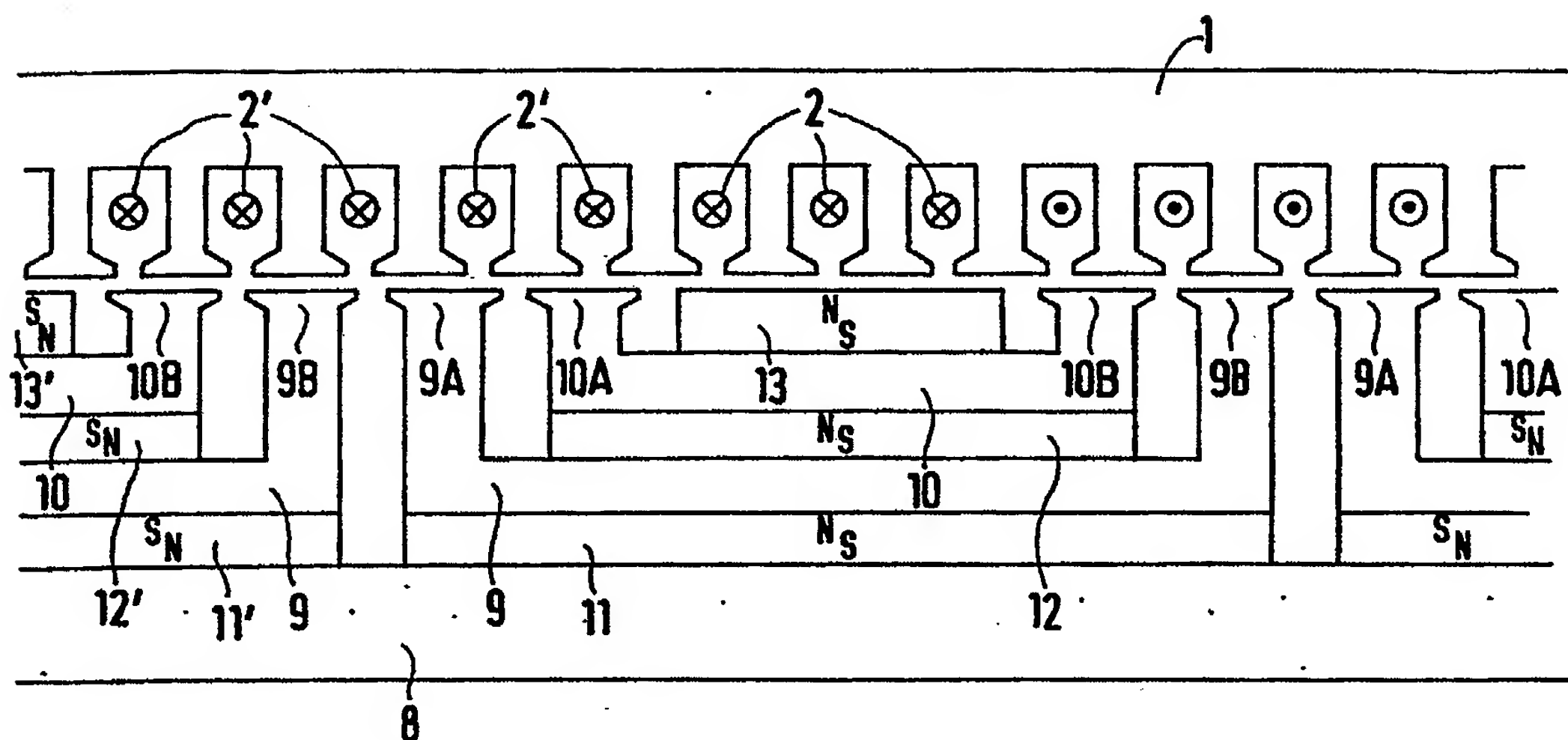


FIG 7

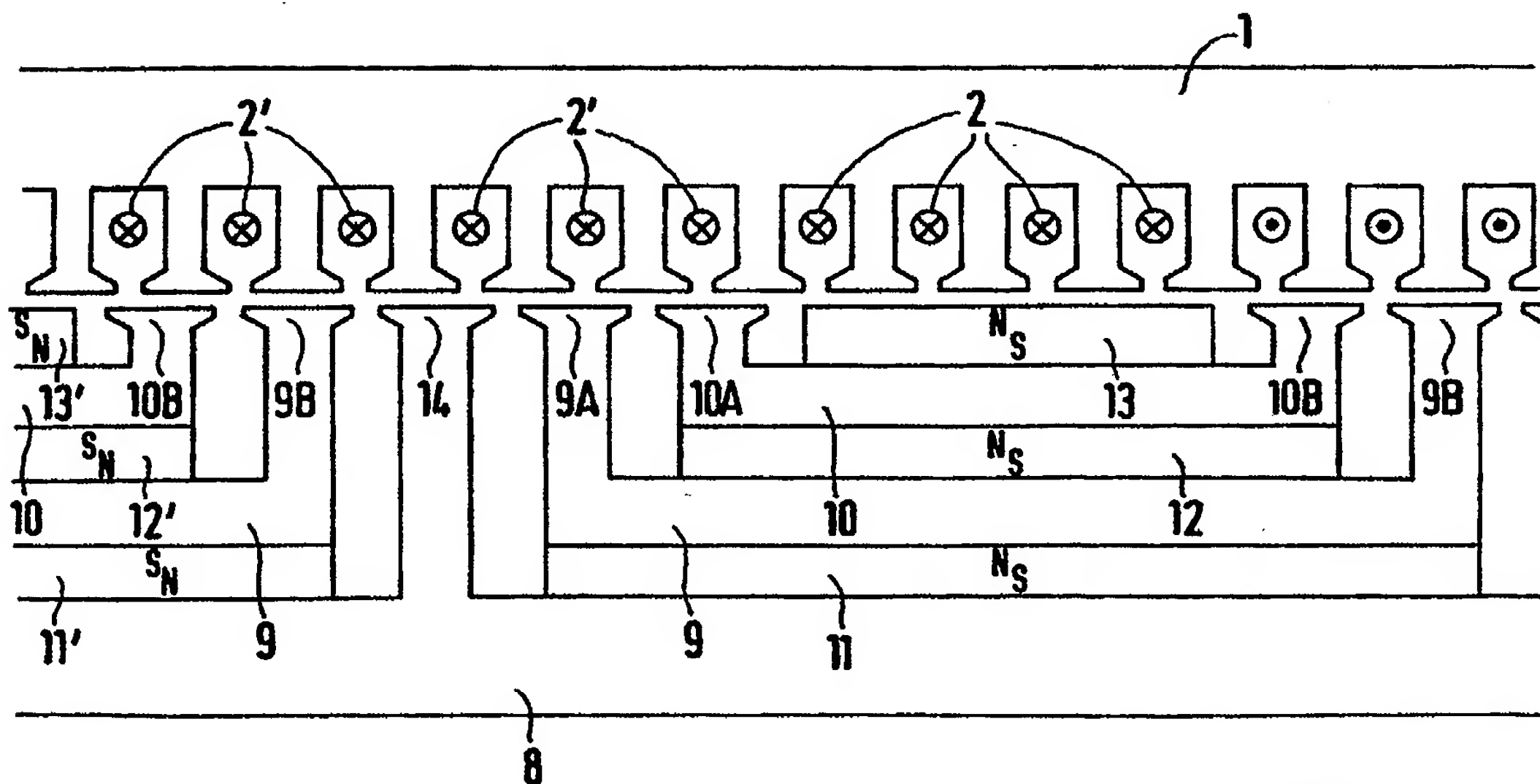


FIG 8

ORIGINAL INSPECTED